

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11)特許出願公告番号

特公平6-10612

(24) (44)公告日 平成6年(1994)2月9日

(51)Int.Cl.⁵
G 0 1 B 15/06
G 0 1 L 1/00

識別記号 庁内整理番号
B

F I

技術表示箇所

請求項の数1(全3頁)

(21)出願番号 特願昭63-262680
(22)出願日 昭和63年(1988)10月20日
(65)公開番号 特開平2-110308
(43)公開日 平成2年(1990)4月23日

(71)出願人 99999999
科学技術庁金属材料技術研究所長
東京都目黒区中目黒2丁目3番12号
(72)発明者 岸本 哲
東京都目黒区中目黒2丁目3番12号 科学
技術庁金属材料技術研究所内
(72)発明者 江頭 满
東京都目黒区中目黒2丁目3番12号 科学
技術庁金属材料技術研究所内
(72)発明者 新谷 紀雄
東京都目黒区中目黒2丁目3番12号 科学
技術庁金属材料技術研究所内

審査官 山田 昭次

(54)【発明の名称】 变形測定法

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】電子線等の粒子線を照射したときの反射電子量、二次電子発生量あるいは二次イオン発生量が他の部分とは異なる平行線または格子あるいは一定のパターンを試料表面に形成し、その試料表面に電子線等の粒子線を平行線状または格子状あるいは一定のパターン状に照射して、その照射位置情報と照射位置における反射電子量、二次電子発生量あるいは二次イオン発生量情報とからモアレ情報を得て試料の変形量を求ることを特徴とする変形測定法。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は、構造材料の変形を測定するのに用いられるモアレ法を応用集中部等の局所的な微小変形測定に応用し得るように、電子線等の粒子線照射でモアレ情報を得る

10

2

ようにした新規な変形測定法に関する。

【従来の技術】

構造材料は穴、切欠き、溶接部、介在物等があると、それらの周辺に応力集中を生じ、それらの周辺に局所的な不均一変形を生ずる。このような変形及び応力集中は亀裂を発生・伝播させるため、構造材料の破壊防止及び寿命予測の上から、この変形の度合を知ることが必要である。

従来、このような変形を測定する方法としてモアレ法がある。モアレ法は、試料表面に等間隔の平行線または格子あるいは一定のパターンを形成し、試料を変形させた後、その試料表面に変形のない同様の平行線または格子あるいは一定のパターンを重ね合わせることで生ずるモアレ模様から各部の変形量を求める方法である。このモアレ法には、大別して

- ① 試料表面に平行線、格子あるいは一定のパターンを形成し、試料を変形させた後、その試料表面に透明な樹脂フィルムあるいはガラスに描いた同様の平行線、格子あるいは一定のパターンの基準パターンを重ねてモアレ模様を得る方法、
 ② ①と同様の変形させた試料を光学的に拡大し、その拡大画面に透明な樹脂フィルムあるいはガラスに描いた基準パターンを重ね合わせてモアレ模様を得る方法、
 ③ ①と同様の変形させた試料をテレビカメラで撮影し、テレビ画面の走査線と試料表面の変形した平行線、格子あるいは一定のパターンとの間でモアレ模様を生じさせる方法、
 ④ 変形前後の試料をテレビカメラで撮影し、変形前後の試料表面のパターンをコンピュータに記憶させて、コンピュータの演算により両記憶情報からモアレ情報を得る方法がある。

しかしながら、①の方法は、基準パターンの細かさおよび正確さに限界があり、②の方法は、光学的に拡大するため、走査型電子顕微鏡を用いて観察するような微小部分の変形測定は不可能である。また③の方法は、テレビ画面の走査線の数が一定のため基準パターンが一種類に限られ、広範囲あるいは逆に微小部分の変形測定は不可能である。そして④の方法は、コンピュータ及び画像処理装置などの高価な装置を必要とする。さらに①②③④のすべての方法において、走査型電子顕微鏡あるいは走査型イオン顕微鏡を用いての観察と変形測定を同時に行うこととは不可能である。

[発明が解決しようとする課題]

本発明は、従来のモアレ法の上述の欠点を解消するためになされたものであり、試料に形成するパターンを細かくしてそのパターンを正確に検出することができ、したがって微小部分の微小変形を測定することができて、画像処理装置を必要とせず、走査型電子顕微鏡あるいは走査型イオン顕微鏡を用いての観察と変形測定を同時に行うこととも可能である変形測定法の提供を目的とする。

[課題を解決するための手段]

本発明者らは、前記目的を達成すべく鋭意研究の結果、試料表面に従来のモアレ法におけるのと同様の平行線、格子あるいは一定のパターンを電子線等の粒子線が照射したときの反射電子量、二次電子発生量あるいは二次イオン発生量が他の部分とは異なるように形成して、その表面に電子線等の粒子線を試料の平行線、格子あるいは一定のパターンと平行あるいは略平行に照射すると、照射位置とその位置の反射電子量、二次電子発生量あるいは二次イオン発生量によってモアレ模様が得られ、したがって試料の変形を測定し得ることを見出した。
 本発明は、この知見に基いてなされたものであり、試料表面に電子線等の粒子線が照射したときの反射電子量、二次電子発生量あるいは二次イオン発生量が他の部分と

は異なる平行線または格子あるいは一定のパターンを形成し、その試料表面に電子線等の粒子線を平行線状または格子状あるいは一定のパターン状に照射して、その照射位置情報と照射位置における反射電子量、二次電子発生量あるいは二次イオン発生量情報とからモアレ情報を得て試料の変形量を求める特徴とする変形測定法にある。

[作用]

すなわち、本発明の変形測定法は、走査型電子顕微鏡や走査型イオン顕微鏡による観察と同様に電子線等の粒子線の照射位置情報と照射位置における反射電子量、二次電子発生量あるいは二次イオン発生量によってモアレ情報を得ているから、走査型電子顕微鏡や走査型イオン顕微鏡による試料観察と同時に変形測定を行うことが可能であり、また、試料に形成する平行線や格子あるいは一定のパターンを間隔の細かいものにして微小部分の微小変形を正確に測定することができる。

[実施例]

本発明において、試料表面に粒子線が照射したときの反射電子量、二次電子発生量あるいは二次イオン発生量が他の部分とは異なる平行線や格子あるいは一定のパターンを形成するのは、

- ① 電子線レジスト等の粒子線レジストを試料表面に塗り、その上に平行線状、格子状または一定のパターン状に粒子線を当て、その粒子線が当たった部分のレジスト溶剤で除く方法、
- ② 粒子線レジストを試料表面に塗り、その上に平行線状、格子状または一定のパターン状に粒子線を当て、その粒子線が当たらなかった部分のレジストを溶剤で除く方法、
- ③ 好ましくは、①または②により露出した試料部分をイオン研磨あるいは化学研磨し、その後溶剤で残っているレジストを除去する方法、
- ④ また好ましくは、①または②により露出した試料部分に試料とは異なる物質（例えば試料がステンレス鋼の場合は金、白金、ニッケル、クロム等）を蒸着等の手段により付着させ、その後溶剤で残っているレジストを除去する方法、
- ⑤ 試料表面にフォトレジストを塗り、その上に平行線、格子あるいは一定のパターンが描いてあるマスクを置き、マスクの上から光を当て、光の当たった部分のレジストを溶剤で除く方法、
- ⑥ 試料表面にフォトレジストを塗り、その上に平行線、格子あるいは一定のパターンが描いてあるマスクを置き、マスクの上から光を当て、光の当たらなかった部分のレジストを溶剤で除く方法、
- ⑦ 好ましくは、⑤または⑥により露出した試料部分をイオン研磨あるいは化学研磨し、その後溶剤で残っているレジストを除去する方法、
- ⑧ また好ましくは、⑤または⑥により露出した試料部

分に試料とは異なる物質を蒸着等の手段により付着させ、その後溶剤で残っているレジストを除去する方法、
⑨ 試料表面に蒸着等により試料とは異なる物質の被膜を設け、①、②、③または、⑤、⑥、⑦の方法を利用して部分的に被膜を除去する方法、

①あるいは②または⑤あるいは⑥における溶剤によるレジストの除去をその部分にもなお薄くなつたレジスト被膜が残っているように行い、その後レジスト膜を設けた表面に、金属薄膜を蒸着等により形成する方法、等によって行うことができる。⑤～⑧のホトレジストを使用する方法でもレーザビームで露出するようにすればマスクを用いなくて済む。なお、①あるいは②または⑤あるいは⑥のような表面にレジストが残る方法では、導電性のレジストを用いるのが好ましい。また、⑨およびの方法は試料が非導電性の場合に好ましく用いられる方法である。試料に平行線や格子あるいは一定のパターンと共に、スケールも形成するようにすれば、スケールを利用して粒子線照射間隔の設定が容易になり、歪解析も容易になる。

平行線等を形成した試料表面に電子線を平行線状、格子状あるいは一定のパターン状に照射し、さらに照射位置情報と照射位置における反射電子量や二次電子発生量からモアレ情報を得るのは、走査型電子顕微鏡を用いて容易に得る。走査型電子顕微鏡を用いれば、ブラウン管に試料表面の像と共に試料の変形によるモアレ模様が現れるようになるから、そのモアレ模様から変形量を求めることができる。

試料表面に粒子線を照射する場合は、走査型イオン顕微鏡を用いればよい。それによって走査型電子顕微鏡と同様、ブラウン管で試料表面やモアレ模様を見ることができる。

また、モアレ模様をブラウン管に表示する以外に、電子線等の粒子線の照射位置情報と照射位置の反射電子量、二次電子発生量あるいは二次イオン発生量の情報をコンピュータに入力して、コンピュータでそれら情報からモアレ情報を得て、各位置における変形量を求めるようになるとともできる。それによれば、モアレ模様を計測する等の手間が省略される。

以下、さらに本発明の具体的実施例を示す。

実施例1.

試料としてリン青銅を使用し、その表面を平滑に磨き、これを毎分1500回転で回転させながら、ポリメチルメタアクリレートからなるレジストを滴下させて、リン青銅の表面にレジストを均一に塗布した。レジストを塗布した試料を走査型電子顕微鏡の試料台にセットし、走査型電子顕微鏡の電子線を10μmの間隔の平行線状にレジストにあてた。その後、試料台より外し、メチルイソブチルケトンとエソプロピルアルコールの混合液中に

浸し、電子線が当たった部分のレジストを取り去りリン青銅表面を露出させた。

次に、イオンスパッタリング装置を用いて露出部分に白金を蒸着させた後、残りのレジストをアセトンで取り除き、白金からなる10μmの間隔の平行線群を試料表面上に形成させた。

得られた試料を走査型電子顕微鏡の試料台にセットし、走査型電子顕微鏡の電子線を10μmの間隔の平行線状に試料に試料の平行線群と平行にあてた。この場合は、走査型電子顕微鏡のブラウン管上にモアレ縞は現れない。

さらに、この試料を、室温において20kg/mm²の応力をかけ、変形させ、再び走査型電子顕微鏡の試料台にセットし、走査型電子顕微鏡の電子線を10μmの間隔の平行線状に試料にあてると、ブラウン管上にモアレ縞が現れる。例えば、モアレ縞の間隔が100μmになっていた部分は、約11%のひずみが生じていることになる。

実施例 2.

実施例 1 における走査型電気顕微鏡の電子線を走査する偏向電圧情報と反射電子および二次電子の検出器からの情報をA/D変換し、コンピュータで演算して各位置の歪が求められるようにした。

実施例 3.

実施例 1 の20kg/mm²の応力をかけた試料を走査型イオン顕微鏡の中にいれ、30KVで加速したGaイオンの粒子線を10μmの間隔の平行線状に試料にあてると、ブラウン管上にモアレ縞が現れる。例えば、モアレ縞の間隔が100μmになっていた部分は、約11%のひずみが生じていることになる。

実施例 4.

実施例 3 における走査型イオン顕微鏡の粒子線を走査する偏向電圧情報と二次電子および二次イオンの検出器からの情報をA/D変換し、コンピュータで演算して各位置の歪が求められるようにした。

[発明の効果]

本発明の変形測定法は、1nm程度の粒子精度でコントロールできる電子線等の粒子線を用いて試料の変形によるモアレ情報を得るようにしているから、モアレを生じさせる平行線や格子あるいは一定のパターンを間隔の極めて細かいものにすることができる、したがって従来のモアレ法では求められなかった微小部の微小変形までも精度よく測定することができ、走査型電子顕微鏡や走査型イオン顕微鏡による観察と変形の測定を同時にを行うことができ、画像処理装置を必要とすることなくコンピュータで直接各部の変形量を求めるこどもできるという多くの優れた効果を奏する。

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The parallel lines with which the amount of reflection electrons, secondary electron yield, or secondary ion yield when irradiating corpuscular rays, such as an electron ray, differs from other parts, a grid, or a fixed pattern is formed in a sample front face. Corpuscular rays, such as an electron ray, are irradiated on the sample front face the shape of parallel lines, the shape of a grid, and in the shape of [fixed] a pattern. The deformation measuring method characterized by acquiring moire information from the amount of reflection electrons in the exposure positional information and exposure location, a secondary electron yield, or secondary ion yield information, and calculating the deformation of a sample.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Industrial Application]

This invention relates to the new deformation measuring method which acquired moire information by particle radiation, such as an electron ray, so that the moire method used for measuring deformation of a structural material can be applied to local infinitesimal deformation measurement of application collection CHUBU ENGINEERING CORPORATION etc.

[Description of the Prior Art]

If a structural material has a hole, a notch, a weld zone, inclusion, etc., it will produce stress concentration around those and will produce local heterogeneous deformation around those. Since such deformation and stress concentration make a crack generate and spread, it is required to get to know the degree of this deformation from on destructive prevention of a structural material and life prediction.

There is a moire method as an approach of measuring such deformation conventionally. After a moire method's forming parallel lines, a grid, or a fixed pattern at equal intervals in a sample front face and making it transform a sample, it is an approach of calculating the deformation of each part from the moire pattern produced by laying the same parallel lines without deformation, a grid, or a fixed pattern on top of the sample front face. Divide roughly into this moire method and parallel lines, a grid, or a fixed pattern is formed in a ** sample front face. The same parallel lines drawn on the sample front face at a transparent resin film or glass after making a sample transform, How to acquire a moire pattern for the reference pattern of a grid or a fixed pattern in piles, How to expand optically the same sample as ** ** made to deform, to pile up the reference pattern drawn on the expansion screen at a transparent resin film or glass, and to acquire a moire pattern, The parallel lines which photoed the same sample as ** ** made to deform with the television camera, and deformed the scanning line of a television screen, and a sample front face, The sample before and behind the approach of producing a moire pattern between a grid or a fixed pattern, and ** deformation is photoed with a television camera, the pattern on the front face of a sample before and behind deformation is stored in a computer, and it is the operation of a computer. There is a method of acquiring moire information from both storage information.

However, since the approach of ** has a limitation in the fineness and accuracy of a reference pattern and the approach of ** is expanded optically, deformation measurement of a minute part which is observed using a scanning electron microscope is impossible. Moreover, since the approach of ** has the fixed number of the scanning lines of a television screen, a reference pattern is restricted to one kind, and deformation measurement of a minute part is conversely [broadly or] impossible. And the approach of ** needs expensive equipments, such as a computer and an image processing system. In all the approaches of *****, it is still more nearly impossible to perform observation using a scanning electron microscope or a scan mold ion microscope and deformation measurement to coincidence.

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

This invention is made in order to cancel the above-mentioned fault of the conventional moire method, can make fine the pattern formed in a sample, and can detect the pattern correctly,

therefore can measure the infinitesimal deformation of a minute part, and does not need an image processing system, but also aims performing observation using a scanning electron microscope or a scan mold ion microscope, and deformation measurement to coincidence at offer of a possible deformation measuring method.

[The means for solving a technical problem]

The parallel lines wholeheartedly same [that this invention persons should attain said purpose / as a result of research] in the conventional moire method on a sample front face, It forms so that the amount of reflection electrons, a secondary electron yield, or a secondary ion yield when corpuscular rays, such as an electron ray, irradiate a grid or a fixed pattern may differ from other parts. If corpuscular rays, such as an electron ray, are irradiated on the front face at parallel lines, a grid or a fixed pattern, parallel, or abbreviation parallel of a sample, they are the amount of reflection electrons of an exposure location and its location, a secondary electron yield, or a secondary ion yield. It found out that a moire pattern was acquired, therefore deformation of a sample could be measured.

When this invention is made based on this knowledge and corpuscular rays, such as an electron ray, irradiate a sample front face *****, a secondary-electron yield, or a secondary ion yield forms different parallel lines from other parts, a grid, or a fixed pattern, and is parallel to the sample front face in corpuscular rays, such as an electron ray, — it irradiates a line or the shape of a grid, and in the shape of [fixed] a pattern, and it is in the deformation measuring method characterized by to acquire moire information from the amount of reflection electrons in the exposure positional information and exposure location, a secondary-electron yield, or secondary ion yield information, and to calculate the deformation of a sample.

[For **]

That is, the deformation measuring method of this invention is the amount [in / like observation by the scanning electron microscope or the scan mold ion microscope / the exposure positional information and the exposure locations of a corpuscular ray, such as an electron ray,] of reflection electrons, a secondary electron yield, or a secondary ion yield. Since moire information has been acquired, it is possible to perform deformation measurement to the sample observation and coincidence by the scanning electron microscope or the scan mold ion microscope, and the parallel lines formed in a sample, a grid, or a fixed pattern can be made into that of the fine potato of spacing, and the infinitesimal deformation of a minute part can be measured correctly.

[Example]

Forming the parallel lines with which the amount of reflection electrons, a secondary electron yield, or a secondary ion yield when a corpuscular ray irradiates a sample front face differs from other parts in this invention, a grid, or a fixed pattern ** corpuscular ray resists, such as an electron beam resist, are applied to a sample front face, and parallel on it — a line — How to remove with the resist solvent of a part to which the corpuscular ray was applied the shape of a grid, and in the shape of [fixed] a pattern and which the corpuscular ray hit, A <GAI ID=0002> ** corpuscular ray resist is applied to a sample front face, parallel on it — the approach excluding the resist of a part to which the corpuscular ray was applied a line, the shape of a grid, and in the shape of [fixed] a pattern and which the corpuscular ray did not hit with a solvent, and ** — preferably ** or the approach and ** which remove ion polish or the resist which carried out chemical polishing and remains with the solvent after that for the sample part exposed by ** — preferably again ** or matter (for example, the case where a sample is stainless steel — gold —) which is different from a sample into the sample part exposed by ** How to remove the resist which platinum, nickel, chromium, etc. were made to adhere with means, such as vacuum evaporationo, and remains with the solvent after that, ** Apply a photoresist to a sample front face and place the mask with which parallel lines, the grid, or the fixed pattern is drawn on it. The approach excluding the resist of a part to which light was applied from on the mask and which light hit with a solvent, ** Apply a photoresist to a sample front face and place the mask with which parallel lines, the grid, or the fixed pattern is drawn on it. the approach excluding the resist of a part to which light was applied from on the mask and which light did not hit with a solvent, and ** — preferably ** or the approach and ** which remove ion polish or the resist which carried out chemical polishing and remains with the solvent

after that for the sample part exposed by ** — preferably again ** Or make different matter from a sample adhere to the sample part exposed by ** with means, such as vacuum evaporationo. The coat of the matter which differs from a sample by vacuum evaporationo etc. is prepared in the approach of removing the resist which remains with the solvent after that, and a ** sample front face. **, **, ** Or the method of removing a coat partially using the approach of **, **, and **, How to form a metal thin film in the front face in which removal of the resist by the solvent in ** **, **, **, or ** was performed as the resist coat which became still thinner remained also in the part, and the resist film was prepared after that by vacuum evaporationo etc. It can carry out. ** If it is made to expose by the laser beam also by the approach of using the photoresist which is **, it is not necessary to use a mask. In addition, it is desirable to use a conductive resist by the approach a resist remains in a front face like **, **, **, or **. Moreover, the approach of ** and ** is an approach used preferably, when a sample is non-conductive. With parallel lines, a grid, or a fixed pattern, a scale is formed, and using a scale, a setup of particle-radiation spacing becomes easy and distorted analysis becomes easy at a sample.

Acquiring moire information can make [by irradiating an electron ray on the sample front face in which parallel lines etc. were formed, the shape of parallel lines, the shape of a grid, and in the shape of / fixed / a pattern] easily using a scanning electron microscope from the amount of reflection electrons in exposure positional information and an exposure location, or a secondary electron yield further. If a scanning electron microscope is used, since the moire pattern by deformation of a sample comes to appear with the image on the front face of a sample in the Braun tube, deformation can be calculated from the moire pattern.

What is necessary is just to use a scan mold ion microscope, when irradiating a corpuscular ray on a sample front face. A sample front face and a moire pattern can be seen with the Braun tube like a scanning electron microscope by it.

Moreover, the information on the amount of reflection electrons of the exposure positional information of corpuscular rays, such as an electron ray, and an exposure location, a secondary electron yield, or a secondary ion yield is inputted into a computer besides displaying a moire pattern on the Braun tube, moire information is acquired from these information by computer, and the deformation in each location can be calculated. According to it, the time and effort of measuring a moire pattern is omitted.

Hereafter, the concrete example of this invention is shown further.

Using phosphor bronze as an example 1. sample, polishing the front face flat and smooth, and rotating this by per minute 1500 rotation, the resist which consists of polymethylmethacrylate was made dropped and the resist was applied to homogeneity on the surface of phosphor bronze. The sample which applied the resist was set to the sample base of a scanning electron microscope, and the electron ray of a scanning electron microscope was hit to the resist with a spacing of 10 micrometers in the shape of parallel lines. Then, it removed from the sample base, and dipped into the mixed liquor of methyl isobutyl ketone and ESOPURO pill alcohol, the resist of a part which the electron ray hit was removed, and the phosphor bronze front face was exposed.

Next, after making an exposed part vapor-deposit platinum using an ion sputtering system, the remaining resist was removed with the acetone and the parallel track group with a spacing of 10 micrometers which consists of platinum was made to form on a sample front face.

The obtained sample was set to the sample base of a scanning electron microscope, and the electron ray of a scanning electron microscope was hit to the sample with a spacing of 10 micrometers in the shape of parallel lines at the parallel track group of a sample, and parallel. In this case, a Moire fringe does not appear on the Braun tube of a scanning electron microscope. Furthermore, if apply 20kg/mm of stress of 2, this sample is made to transform in a room temperature, it sets to the sample base of a scanning electron microscope again and the electron ray of a scanning electron microscope is hit to a sample with a spacing of 10 micrometers in the shape of parallel lines, a Moire fringe will appear on the Braun tube. For example, about 11% of strain will have produced the part from which spacing of a Moire fringe was set to 100 micrometers.

Example 2. example 1 A/D conversion of the deflecting voltage information and the information from the detector of reflection electron ***** which scan the electron ray of the scan mold electrical-and-electric-equipment microscope which can be set is carried out, it calculates by computer, and distortion of each location was called for.

example 3. example 1 spacing of 10 micrometers is parallel in the corpuscular ray of Ga ion which paid the sample to which 20kg /of stress of 2 was applied mm into the scan mold ion microscope, and was accelerated by 30kV — if it hits to a sample at a line, a Moire fringe will appear on the Braun tube. For example, about 11% of strain will have produced the part from which spacing of a Moire fringe was set to 100 micrometers.

Example 4. example 3 A/D conversion of the information from the detector of the deflecting voltage information which scans the corpuscular ray of the scan mold ion microscope which can be set, secondary electron, and secondary ion is carried out, it calculates by computer, and distortion of each location was called for.

[Effect of the Invention]

The deformation measuring method of this invention should acquire the moire information by deformation of a sample using corpuscular rays, such as an electron ray controllable in the particle precision of about 1nm. Since it is carrying out, the parallel lines which produce moire, a grid, or a fixed pattern can be made [of spacing] very fine. Therefore, it can measure with a sufficient precision to the infinitesimal deformation of the minute section which was not called for in the conventional moire method. The observation and deformation by the scanning electron microscope or the scan mold ion microscope can be measured to coincidence, and the effectiveness which excelled [computer] in many that the deformation of each part of direct can also be calculated is done so, without needing an image processing system.

[Translation done.]